

## Three-dimensional coordinate measuring appts. for workpieces - has vertically movable sensing arm, flat base plate forming reference surface, mechanical support and guide

Patent Number: DE4126532

Publication date: 1993-02-11

Inventor(s): PLATH HANS-HENNING DR ING (DE); WECKENMANN ALBERT PROF DR ING (DE)

Applicant(s): PLATH HANS HENNING DR ING (DE)

Requested Patent:  DE4126532

Application Number: DE19914126532 19910810

Priority Number(s): DE19914126532 19910810

IPC Classification: G01B21/04; G12B5/00

EC Classification: G01B11/00D1, G01B21/04, G01B5/008

Equivalents:

---

### Abstract

---

The coordinate measurement arrangement contains a horizontal coordinate reference surface for a measurement transducer with a vertically movable sensing arm and sensor. A flat base plate (22) serves as the reference surface for two coordinate directions and as a mechanical support and guide surface (26) for the transducer. A positive guide acting in at least one coordinate direction is mounted on the plate to stabilise the transducer (24) against rotation about a column axis (Z) during displacement.

USE/ADVANTAGE - Can measure large workpieces without entailing many adjustments, is easily accessible and operable.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

(12) Offenlegungsschrift  
(10) DE 41 26 532 A 1

(51) Int. Cl. 5:  
G 01 B 21/04  
G 12 B 5/00

DE 41 26 532 A 1

(21) Aktenzeichen: P 41 26 532.7  
(22) Anmeldetag: 10. 8. 91  
(23) Offenlegungstag: 11. 2. 93

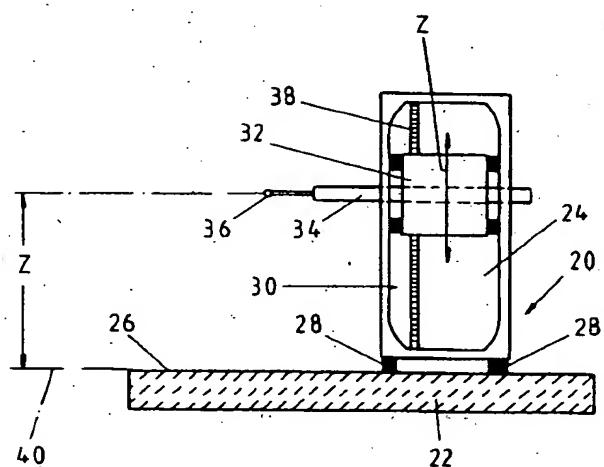
(71) Anmelder:  
Plath, Hans-Henning, Dr.-Ing., 2000 Barsbüttel, DE  
(74) Vertreter:  
Richter, J., Dipl.-Ing., 1000 Berlin; Gerbaulet, H.,  
Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 2000 Hamburg

(72) Erfinder:  
Plath, Hans-Henning, Dr.-Ing., 2000 Barsbüttel, DE;  
Weckenmann, Albert, Prof. Dr.-Ing., 2070  
Ahrensburg, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Koordinatenmeßgerät

(57) Bei dem Koordinatenmeßgerät zur Vermessung von Werkstücken in drei Dimensionen, mit einer horizontalen Koordinaten-Bezugsfläche für einen Meßwertaufnehmer mit vertikal verfahrbarem Tastarm und Sensor, dient als Bezugsfläche für zwei Koordinatenrichtungen des Koordinatenmeßgerätes eine ebene Basisplatte (22), die gleichzeitig eine im wesentlichen durchgehende, mechanische Stütz- und Führungsfläche (26) für den Meßwertaufnehmer (24) ausbildet, für den an der Basisplatte eine Zwangsführung in zumindest einer Koordinatenrichtung vorgesehen ist, mit der der Meßwertaufnehmer (24) bei Verschiebung gegen eine Rotation um die Säulenachse (Z) stabilisiert ist (Fig. 1).



DE 41 26 532 A 1

— 1 —  
Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Koordinatenmeßgerät zur Vermessung von Werkstücken in drei Dimensionen, mit einer horizontalen Bezugsfläche für einen Meßwertaufnehmer, der einen vertikal verfahrbaren Tastarm mit Sensor trägt.

Derartige Koordinatenmeßgeräte sind beispielsweise in der Ausgestaltung bekannt, daß ein Meßwertaufnehmer auf einem Drehtisch angeordnet wird, wobei ein in vertikaler Richtung verfahrbarer Tastarm einen Taster bzw. Sensor trägt, der in einer Richtung senkrecht dazu bewegbar ist. Aufgrund dieser Anordnung ergibt sich der Nachteil, daß die Achse des Meßwertaufnehmers nicht immer senkrecht zur Koordinaten-Bezugsfläche gehalten werden kann. Die Achse verlagert sich vielmehr mit der Höhen- und/oder der seitlichen Bewegung des Tasters mehr oder weniger stark aus der Z-Achse heraus, so daß genaue Koordinatenmessungen insbesondere bei größeren Werkstücken nur nach mehrfacher Justierung durchgeführt werden können.

Es sind andererseits Koordinatenmeßgeräte der eingangs beschriebenen Art bekannt, bei denen der Meßwertaufnehmer auf Führungsbahnen läuft, deren Anordnung in vorbestimmter Lagebeziehung zur Koordinaten-Bezugsfläche steht. Dies führt allerdings häufig dazu, daß das Meßergebnis durch die Verformung der Führungsbahn leicht verfälscht wird, weil diese Führungsbahnen bei Bewegung des Meßwertaufnehmers oder bei Bewegung der Führungsbahn selbst mechanisch verhältnismäßig stark belastet sind und dementsprechend einer wandernden Verformung unterliegen. Die Meßgenauigkeit des Koordinatenmeßgeräts ist dementsprechend abhängig von der jeweiligen Position des Meßwertaufnehmers und es wird darüber hinaus der Meßkreis negativ beeinflußt. Zudem bedarf es zur Herstellung der Grundgenauigkeit eines derart aufgebauten Koordinatenmeßgerätes aufwendiger Justagen sämtlicher Führungsbahnen zueinander.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, ein Koordinatenmeßgerät gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 zu schaffen, dessen Aufbau eine kostengünstige Herstellung und gleichzeitig die Vermessung selbst großer Werkstücke mit hoher Genauigkeit und guter Zugänglichkeit und Bedienbarkeit des Geräts ermöglicht.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Erfindungsgemäß wird der Meßwertaufnehmer während des gesamten Meßvorgangs gleichbleibend und vorzugsweise vollflächig auf der Basisplatte des Koordinatenmeßgeräts abgestützt, die dadurch als mechanische Stütz- und Führungsfläche für den vorzugsweise säulenartigen Meßwertaufnehmer fungiert. Die Basisplatte ist kostengünstig massiv und genau herzustellen, so daß eine hochgenau gefertigte Bezugs-Koordinatenfläche geschaffen wird, die unmittelbar die Referenzfläche für die Position des Tastarms mit Sensor bzw. Taster bildet. An der Basisplatte ist darüber hinaus eine Zwangsführung in zumindest einer Koordinatenrichtung ausgebildet, mit der sichergestellt wird, daß der Meßwertaufnehmer während der Verschiebung auf der Basisplatte parallel zu sich selbst verschoben wird und keine rotatorische Bewegung ausführt. Dies wiederum hat zur Folge, daß ein am Tastarm angebrachter Sensor bei Verschiebung des Meßwertaufnehmers ausschließlich Bewegungen parallel zur Basisplatte ausführt, so daß seine Position in Z-Richtung allein anhand eines

vorzugsweise am Meßwertaufnehmer angebrachten Linearmaßstabes und seine Position in den beiden anderen Koordinaten anhand der Koordinaten des Meßwertaufnehmers in Bezug zur Basisplatte bestimmbar ist. Dabei entfallen erfindungsgemäß Bewegungen von mechanisch belasteten Führungsbahnen, die bislang den Meßkreis negativ beeinflußt haben, wodurch die Meßgenauigkeit zusätzlich angehoben werden kann. Durch die unmittelbare Abstützung des Meßwertaufnehmers direkt auf der ebenen Basisplatte müssen die Zwangsführungen für den Meßwertaufnehmer lediglich für die Kräfte ausgelegt werden, die zur Beschleunigung des Meßwertaufnehmers erforderlich sind. Die Zwangsführungen können dementsprechend in einer verhältnismäßig leichten Konstruktion ausgeführt sein. Die vorgesehene Zwangsführung in zumindest einer Koordinatenrichtung, vorzugsweise in zwei Koordinatenrichtungen, führt darüber hinaus zu dem weiteren Vorteil, daß der Tastarm während einer Messung relativ zur Z-Säule horizontal nicht mehr verstellt werden muß, so daß auch Laständerungen und damit verbundene Änderungen der Tastarmdurchbiegung, die bei horizontal beweglichen Tastarmen in Abhängigkeit von der Kragweite zu Meßabweichungen führen, vollständig entfallen. Auch die Belastungsverhältnisse an der Stütz- und Führungsfläche für den Meßwertaufnehmer bleiben folglich während des gesamten Meßvorgangs konstant, so daß Nachjustierungen entbehrlich werden. Auf diese Weise wird erfindungsgemäß ein neuer Aufbau des Koordinatenmeßgeräts geschaffen, bei dem die Koordinaten-Bezugsfläche und die Z-Achse ausschließlich von der Lage einer einzigen Basisfläche, nämlich von der Oberfläche der Basisplatte mechanisch bestimmt werden.

Erfindungsgemäß stützt sich der Meßwertaufnehmer vorzugsweise in Form einer sich in Richtung der Z-Achse erstreckenden Säule auf der ebenen Basisplatte unmittelbar ab. Zu diesem Zweck ist es von Vorteil, die Vertikalkräfte über Luftlager aufzunehmen, die eine exakte Parallelverschiebung mit konstantem Lagerspalt ermöglichen.

Die Zwangsführung des Meßwertaufnehmers kann unterschiedlich ausgeführt sein. Der Meßwertaufnehmer kann beispielsweise in zwei Koordinatenrichtungen zwangsführt sein (Anspruch 2), es ist jedoch auch möglich, den Meßwertaufnehmer in lediglich einer Koordinatenrichtung zwangszuführen und die weitere Bewegungskoordinate in der Koordinaten-Bezugsfläche durch eine definierte translatorische Führung eines Werkstückträgers bereitzustellen, der sich ebenfalls – in gleicher Weise wie der Meßwertaufnehmer – unmittelbar auf der Basisplatte abstützt, die damit eine weitere mechanische Führungsfläche für den Werkstückträger bildet. Diese Weiterbildung ist Gegenstand des Anspruchs 3.

Es ist auch möglich, einem neben dem Meßwertaufnehmer angeordneten Werkstückträger entweder einen rotatorischen Bewegungsfreiheitsgrad um eine vertikale Achse (Z-Achse) oder einen kombinierten translatorischen und rotatorischen Bewegungsfreiheitsgrad gemäß Anspruch 5 zu geben, wobei auch in diesem Fall dafür gesorgt ist, daß sich der Werkstückträger während der gesamten, definiert geführten Bewegung unmittelbar auf der Basisplatte abstützt. Durch die erfindungsgemäß Einbindung des sich neben dem Meßwertaufnehmer auf der Basisfläche vertikal abstützenden und horizontal definiert verschiebbaren Werkstückträgers eignet sich das erfindungsgemäß Koordinatenmeßgerät auch zur Messung großer Werkstücke, ob-

gleich es verhältnismäßig klein gebaut und kostengünstig herstellbar ist. Darüber hinaus ergibt sich eine gute Zugänglichkeit und Bedienbarkeit des Koordinatenmeßgeräts.

Durch die Übertragung einer Führungsbewegung entlang einer Meßkoordinate an einen Werkstückträger ergibt sich darüber hinaus der weitere Vorteil, daß der Meßwertaufnehmer in der Horizontalebene lediglich noch in einer Richtung translatorisch bewegt werden muß. Dadurch entfallen mechanisch aufwendige Vorrichtungen zur stabilen Führung in sich kreuzenden Achsen.

Schließlich führt die unmittelbare Lagerung des Werkstückträgers auf der Basisplatte zu einem gegenüber herkömmlichen Drehtischen einfacheren Aufbau, ohne ein aufwendiges stabiles Gehäuse für die Lagerung vorzusehen. Darüber hinaus liegt durch die flächige Abstützung des Werkstückträgers dann, wenn dem Werkstückträger ein rotatorischer Bewegungsfreiheitsgrad gegeben wird, die Lage der Drehachse definiert und exakt senkrecht zur X-Y-Ebene des Koordinatenmeßgeräts fest. Aufwendige Justagearbeiten zur Ausrichtung einer Drehachse können dadurch entfallen.

Im übrigen ist im Rahmen der Tragfähigkeit des Werkstückträgers die Achsausrichtung der Drehbewegung von der Exzentrizität der auf dem Werkstückträger ruhenden Last unabhängig, wodurch es gelingt, die meßtechnische Genauigkeit ohne großen mechanischen Aufwand für den drehenden Werkstückträger zu verwirklichen. So genügt aufgrund der konstanten Stellung der Drehachse zur horizontalen X-Y-Ebene, d. h. zur von der Basisplatte ausgebildeten Koordinaten-Bezugsfläche, zum Einmessen der Drehachse eine einfache Umschlagmessung in lediglich einer Höhe. Darüber hinaus können Winkelabweichungen zwischen der senkrechten Z-Achse und der waagerechten X-Y-Ebene leicht durch Einmessen der Werkstückträgerachse in zwei unterschiedlich hoch liegenden Ebenen festgestellt werden. Auch die Justierung des Koordinatenmeßgeräts kann mit derselben Methode sehr einfach überwacht werden.

Auch für die Abstützung des Werkstückträgers ist es von Vorteil, Luftlager zu verwenden. Die direkte Abstützung des Werkstückträgers auf der Basisplatte führt dazu, daß sich die Neigung des Werkstückträgers relativ zur Basisplatte, die sich aus der werkstückbedingten Lastverteilung und den individuellen Eigenschaften der einzelnen Lager ergibt, wegen der unveränderten vertikalen Belastung auch während translatorischer oder rotatorischer Bewegungen des Werkstückträgers nicht mehr ändert. Ein auf dem Werkstückträger befindliches Werkstück wird dementsprechend bei beliebiger horizontaler Bewegung des Werkstückträgers immer um eine zur Basisplatte senkrechte Achse bewegt und bleibt in der Höhe relativ zur Basisplatte unverändert.

Die Zwangsführung des Werkstückträgers erfolgt ebenso wie diejenige des Meßwertaufnehmers derart, daß die Führungskräfte ausschließlich in einer horizontalen Ebene angreifen und dementsprechend kein Stützmoment verursachen, welches das Meßergebnis verschließen könnten.

Eine zusätzliche Anhebung der Meßgenauigkeit ergibt sich dann, wenn der höhenverstellbare Tastarm gemäß Anspruch 30 derart mit einem Gegengewicht gekoppelt ist, daß unabhängig von der Höhenstellung die vertikalen Lagerkräfte zwischen Z-Säule und Basisplatte konstant bleiben.

Vorzugsweise wird die Zwangsführung des Meßwert-

aufnehmers und/oder des Werkstückträgers von einer Kreuzschlittenführung oder einer Parallelogrammlenkföhrung gebildet.

Jeder Koordinate ist gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ein Linearmaßstab zugeordnet; wodurch die Stellung des Meßwertaufnehmers in der X-Y-Ebene und die Höhenlage des Tasters über der Bezugsplatte eindeutig festlegbar und bestimmbar ist. Wenn darüber hinaus auch im Bereich der Zwangsführungen für den Werkstückträger Maßstäbe in Form von Linearmaßstäben oder Winkelgebern vorgesehen sind, läßt sich die Lage des Meßwertaufnehmers bzw. des am Tastarm angebrachten Sensors relativ zu einem auf dem Werkstückträger stabil aufgelegten Werkstück reproduzierbar berechnen bzw. rückrechnen.

Die Position des Werkstückträgers und/oder des Meßwertaufnehmers kann entweder in vorbestimmten Schrittweiten, d. h. in diskreten Stellungen oder analog, d. h. kontinuierlich erfaßt werden. Bei Erfassung der Positionen in diskreten Lagen finden vorzugsweise mechanische Rasteinrichtungen gemäß den Ansprüchen 8 bzw. 14 Anwendung. Auf diese Weise wird das Vermessen von geometrischen Kurven auf einem Werkstück stark vereinfacht.

Nachstehend werden anhand schematischer Zeichnungen mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Seitenansicht einer ersten Ausführungsform des Koordinatenmeßgeräts;

Fig. 2 eine der Fig. 1 ähnliche Ansicht einer zweiten Ausführungsform des Koordinatenmeßgeräts;

Fig. 3 die Draufsicht gemäß III in Fig. 2;

Fig. 4 eine der Fig. 1 entsprechende Ansicht einer dritten Ausführungsform des Koordinatenmeßgeräts;

Fig. 5 die Ansicht entsprechend V in Fig. 4;

Fig. 6 die Ansicht gemäß VI in Fig. 4;

Fig. 7 eine der Fig. 1 entsprechende Ansicht einer vierten Ausführungsform des Koordinatenmeßgeräts;

Fig. 8 die Ansicht gemäß VIII in Fig. 7;

Fig. 9 eine der Fig. 1 entsprechende Ansicht einer fünften Ausführungsform der Erfindung;

Fig. 10 die Ansicht gemäß X in Fig. 9;

Fig. 11 eine der Fig. 1 ähnliche Ansicht einer sechsten Ausführungsform des Koordinatenmeßgeräts; und

Fig. 12 die Ansicht gemäß XII in Fig. 11.

In Fig. 1 ist mit dem Bezugszeichen 20 ein Koordinatenmeßgerät zur Vermessung von Werkstücken in drei Dimensionen bezeichnet, das im wesentlichen aus zwei hauptsächlichen Komponenten besteht, nämlich einer massiven Basisplatte 22 und einem darauf ruhenden Meßwertaufnehmer 24 in Form einer Säule, deren Achse sich in Z-Koordinatenrichtung erstreckt. Mit 26 ist eine Stütz- und Führungsfläche der Basisplatte 22 bezeichnet, die die X-Y-Koordinatenebene des Koordinatenmeßgeräts aufspannt.

Der Meßwertaufnehmer 24 stützt sich über Luftlager 28 unmittelbar auf der ebenen Basisplatte 22 ab und er weist eine vertikale Führung 30 für einen Schlitten 32 auf, der einen horizontalen Tastarm 34 mit Taster bzw. Sensor 36 trägt. Der Führung 30 ist ein Linearmaßstab 38 zugeordnet, über den die Z-Koordinate des Tasters über der X-Y-Ebene 40 ablesbar ist.

Wesentlich für das erfundsgemäße Koordinatenmeßgerät ist, daß der säulenartige Meßwertaufnehmer 24 auf der im wesentlichen durchgehenden, d. h. vollständig plan ausgebildeten Stütz- und Führungsfläche 26 derart zwangsgeführt ist, daß der Meßwertaufneh-

mer parallel zu sich selbst in der Horizontalebene 40 verschoben wird. Der Taster 36 kann auf diese Weise jede X-Y-Koordinate anfahren, ohne daß eine Horizontalverschiebung des Tastarms 34 bzw. des Tasters 36 erforderlich wird. Dementsprechend bleiben auch die Belastungsverhältnisse im Bereich der Schnittstelle zwischen Meßwertaufnehmer 24 und Stütz- und Führungsfäche 26 während des Abfahrens der gesamten X-Y-Ebene konstant, so daß Nachjustierungen des Koordinatenmeßgeräts selbst beim Abfahren großer Werkstücke nicht mehr erforderlich sind.

Um die Vertikalbelastungen im Bereich der Luftlager 28 auch dann nicht zu beeinflussen, wenn der Tastarm 34 in vertikaler Richtung (entlang der Z-Achse) bewegt wird, ist dem Tastarm 34 bzw. dem Schlitten 32 ein in Fig. 1 nicht näher bezeichnetes Gegengewicht zugeordnet, das bei Bewegung des Schlittens 32 so bewegt wird, daß sich auch bei Änderung der Höhenstellung des Tastarms eine stets gleichmäßige Belastung der vertikalen Lager 28 einstellt. Während der Messung können dementsprechend keine Winkelveränderungen zwischen Z-Achse und der X-Y-Koordinatenebene 40 auftreten.

Die Zwangsführung unter Verhinderung einer Verdrehbewegung des säulenartigen Meßwertaufnehmers 24 um die Hochachse kann auf verschiedene Art und Weise erfolgen. In der einfachsten Ausgestaltung, die in den Fig. 2 und 3 gezeigt ist, ist eine Linearführung entlang einer ersten Koordinate X vorgesehen. Diese Ausführungsform wird nachfolgend näher erläutert, wobei diejenigen Komponenten, die den Bauteilen der Ausführungsform gemäß Fig. 1 entsprechen, mit Bezugszeichen versehen sind, denen eine "1" vorangestellt ist. Auf diese übereinstimmenden Komponenten wird nicht mehr näher eingegangen.

Man erkennt aus den Darstellungen gemäß Fig. 2 und 3, daß der säulenartige Meßwertaufnehmer 120 im Querschnitt quadratisch ist, wobei die Luftlager 128 im Bereich der Ecken des Grundflächenquadrats vorgesehen sind. Mit dem Bezugszeichen 142 ist eine Vertiefung in der Basisplatte 122 bezeichnet, die als Führung für den Meßwertaufnehmer 124 in X-Richtung dient. Zu diesem Zweck trägt der Meßwertaufnehmer 124 bodenseitig einen Führungskörper 144, über den mittels Lager 146 die Führungskraft auf den Meßwertaufnehmer 124 übertragen werden kann.

Mit dem Bezugszeichen 148 ist ein Linearmaßstab bezeichnet, der in der Vertiefung 142 angeordnet ist und die Lagemessung des Meßwertaufnehmers 124 in der X-Koordinate ermöglicht.

Dem Vertikalschlitten 132 des Meßwertaufnehmers 124 können nicht näher dargestellte mechanische Rasteinrichtungen zugeordnet sein; so daß der Schlitten 132 in diskreten Höhenlagen stabilisierbar ist.

In den Fig. 4 bis 6 ist eine dritte Ausführungsform des Koordinatenmeßgeräts gezeigt, die sich von der Ausführungsform gemäß Fig. 2 und 3 dadurch unterscheidet, daß der Meßwertaufnehmer in zwei Koordinatenrichtungen zwangsgeführt ist. Auch bei dieser Ausführungsform sind diejenigen Komponenten des Koordinatenmeßgeräts, die mit den Bauteilen der zuvor beschriebenen Varianten vergleichbar sind, mit Bezugszeichen versehen, denen eine "2" vorangestellt ist.

Das Koordinatenmeßgerät 220 hat wiederum einen Meßwertaufnehmer 224, der auf einer Basisplatte 222 parallel zu sich selbst verschiebbar ist. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist eine Kreuzschlittenführung vorgesehen, die folgendermaßen aufgebaut ist:

Die Basisplatte 222 weist zwei sich in Y-Richtung randseitig erstreckende Vertiefungen 250, 252 auf, in denen ein portalartiger Führungswagen 254 über Lager 256 geführt ist. Mit 258 ist eine Doppeltraverse bezeichnet, die sich in X-Richtung erstreckt und mit nicht näher dargestellten Führungsfächeln des Meßwertaufnehmers 224 zusammenwirkt. Zumaldest in einer der Vertiefungen 250, 252 ist wiederum ein Linearmaßstab 260 angeordnet. Ebenso ist der Traverse 258 ein Linearmaßstab 262 zugeordnet, so daß über die Maßstäbe 260, 262 die X-Y-Position des Meßwertaufnehmers 224 und über den Linearmaßstab 238 die Z-Koordinate des Tasters 236 ablesbar ist.

Auch bei dieser Ausführungsform wird der Meßwert-15 aufnehmer 224 unter ständiger und gleichmäßiger Abstützung über die Luftlager 228 planparallel auf der mechanischen Führungs- und Stützfläche 226 verschoben, wobei sich durch die Einwirkung der Führung eine Parallelverschiebung des Meßwertaufnehmers 224 zu sich 20 selbst unter Konstanthaltung der Belastungsverhältnisse im Bereich der Stützfläche ergibt. Dabei wird die definierte translatorische Bewegung des Meßwertaufnehmers 224 so vorgenommen, daß die Führungskräfte in einer horizontalen Ebene angreifen, so daß kein die 25 Abstützungsverhältnisse beeinflussendes Stützmoment verursacht wird.

Eine weitere Ausführungsform des Koordinatenmeßgeräts, die sich durch eine vereinfachte Kinematik im Bereich des Meßwertaufnehmers auszeichnet, ist in den 30 Fig. 7 und 8 dargestellt. Bei dieser Variante erfolgt eine Aufteilung der Bewegungen in den Koordinatenrichtungen X und Y auf den Meßwertaufnehmer 324 einerseits und auf einen Werkstückträger 364 andererseits, der die Form einer Rechteckplatte hat. Für den Meßwertaufnehmer 324 ist eine Führung 365 in Y-Richtung vorgesehen, wobei auch dieser Führung ein Linearmaßstab 366 zugeordnet ist.

Der Werkstückträger 364 stützt sich über Luftlager 367 unmittelbar auf der Stütz- und Führungsfäche 326 ab und hat eine Führung 368 in X-Richtung. Die Führung 368 ist wiederum als Vertiefung in der Basisplatte 322 ausgebildet, in deren Grund ein weiterer Linearmaßstab 369 angeordnet ist. Über die Linearmaßstäbe 338, 366 und 369 lassen sich bei Kenntnis der Relativlage 45 des Tasters 336 zu einer Bezugskante des Meßwertaufnehmers 324 bzw. bei Kenntnis eines Maßes M die Momentkoordinaten des Tasters 336 ständig ablesen. Auch bei dieser Variante können den einzelnen Bewegungs- bzw. Führungs-Freiheitsgraden wiederum mechanische Rasteinrichtungen zugeordnet sein, so daß die betreffenden beweglichen Teile wie Schlitten 332, Meßwertaufnehmer 324 bzw. Werkstückträger 364 beim Meßvorgang zeitweilig arretiert bleiben können.

Die weitere Variante gemäß den Fig. 9, 10 unterscheidet sich von der Ausführungsform gemäß Fig. 7, 8 dadurch, daß einem Werkstückträger ein rotatorischer Bewegungsfreiheitsgrad PHI und daß dem Meßwertaufnehmer 424 wiederum eine Zwangsführung in zwei Koordinatenrichtungen X und Y gegeben wird. Die Führung ist dabei wiederum von einer Kreuzschlittenführung gebildet, wie sie beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 4 bis 6 bereits beschrieben worden ist. Es soll deshalb an dieser Stelle auf diese Art der Führung nicht mehr näher eingegangen werden. Diejenigen Komponenten der Führung, die den Bauteilen der Führung gemäß den Fig. 4 bis 6 entsprechen, sind mit Bezugszeichen versehen, denen anstelle der "2" eine "4" vorangestellt ist.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 9, 10 ist der Werkstückträger 470 von einer Kreisscheibe gebildet, die sich über Luftlager 471 wiederum unmittelbar auf der Stütz- und Führungsfläche 426 der Basisplatte 422 abstützt. Zur Führung um eine Rotationsachse, die auf der Stütz- und Führungsfläche 426 senkrecht steht, ist in der Basisplatte 424 eine kreisförmige Vertiefung 472 vorgesehen, in die ein Führungsfortsatz 473 unter Zwischenschaltung einer Lagerung 474 eingreift. Mit 475 ist ein im Grund der kreisförmigen Vertiefung 472 angeordneter Winkelgeber bezeichnet, über den die Relativ-Drehlage der Kreisscheibe 470 in bezug zum Meßwertaufnehmer 424 bestimmt wird. Der Winkelgeber kann mit mechanischen Rasteinrichtungen kombiniert sein, um die Kreisscheibe 470 in ausgewählten Positionen relativ zum Meßwertaufnehmer 424 feststellen zu können.

Durch die Lagerung der Kreisscheibe 470 unmittelbar auf der Basisplatte 424 ergibt sich ein gegenüber herkömmlichen Drehtischen einfacherer Aufbau, wobei ohne aufwendige mechanische Bearbeitung der Kreisscheibe 470 die Ausrichtung der Drehachse senkrecht zur X-Y-Ebene des Koordinatenmeßgeräts automatisch sichergestellt wird.

Bei der vorstehend beschriebenen Ausführungsform ist der Werkstückträger in Form der Kreisscheibe 470 ortsfest in der Basisplatte 424 drehbar gelagert. Die in den Fig. 11 und 12 gezeigte Ausführungsform hat die Besonderheit, daß der Werkstückträger, der ebenfalls wiederum in Form einer Kreisscheibe 570 ausgeführt ist, zusätzlich eine translatorische Führung in Y-Richtung erhält. Diese Ausführungsform soll nachfolgend näher beschrieben werden:

Die Kreisscheibe 570 stützt sich erneut über Luftlager 571 unmittelbar auf der Stütz- und Führungsfläche 526 der Basisplatte 522 ab. Die Führung zur Ermöglichung des rotatorischen Freiheitsgrades PHI erfolgt durch eine kreisförmige Ausnehmung in einer portalartig ausgestalteten Führungsplatte 581, die über seitliche Wangen 582 unter Zwischenschaltung von Luftlagern 583 in Y-Richtung längs der Basisplatte 522 geführt ist. Dieser Führungsbewegung ist ein Linearmaßstab 584 zugeordnet. Mit 585 sind Lager bezeichnet, die zwischen der kreisförmigen Ausnehmung 580 und dem Außenumfang der Kreisscheibe 570 angeordnet sind.

Ein Winkelgeber 586 ist auf der Kreisscheibe 570 angebracht, so daß die Relativ-Winkellage der Kreisscheibe 570 in bezug zur X-Y-Ebene und zum Meßwertaufnehmer 524 ablesbar ist. Mit 587 ist eine an der Führungsplatte 581 angebrachte Referenzmarke bezeichnet.

Aufgrund der Linearführung des Werkstückträgers 570 entlang der Koordinatenachse Y benötigt der Meßwertaufnehmer 524 lediglich noch eine Führung in einer translatorischen Richtung, nämlich entlang der X-Achse. Insofern kann bezüglich der Ausbildung der Linearzwangsführung des Meßwertaufnehmers 524 auf die Ausführungsform gemäß Fig. 2, 3 Bezug genommen werden. Diejenigen Bauteile der Führung, die mit den Komponenten der Ausführungsform gemäß Fig. 2, 3 identisch sind, sind deshalb mit gleichen Bezugszeichen bezeichnet, denen anstelle der "1" eine "5" vorangestellt ist.

Auch bei dieser Ausführungsform können den einzelnen Maßstäben 538, 548, 584 und 586 mechanische Rasteinrichtungen zugeordnet werden, um einen Freiheitsgrad für bestimmte Meßvorgänge zu blockieren.

## Patentansprüche

1. Koordinatenmeßgerät zur Vermessung von Werkstücken in drei Dimensionen, mit einer horizontalen Koordinaten-Bezugsfläche für einen Meßwertaufnehmer mit vertikal verfahrbarem Tastarm und Sensor, dadurch gekennzeichnet, daß als Bezugsfläche für zwei Koordinatenrichtungen des Koordinatenmeßgerätes eine ebene Basisplatte (22; 122; 222; 322; 422; 522) dient, die gleichzeitig eine im wesentlichen durchgehende, mechanische Stütz- und Führungsfläche (26; 126; 226; 326; 426; 526) für den Meßwertaufnehmer (24; 124; 224; 324; 424; 524) ausbildet, für den an der Basisplatte eine Zwangsführung (142, 144; 250; 252, 254; 365; 450, 452, 454; 542, 544) in zumindest einer Koordinatenrichtung (X, Y) vorgesehen ist, mit der der Meßwertaufnehmer (24; 124; 224; 324; 424; 524) bei Verschiebung gegen eine Rotation um die Säulenachse (Z) stabilisiert ist.
2. Koordinatenmeßgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßwertaufnehmer (224; 424) in zwei Koordinatenrichtungen zwangsgeführt ist.
3. Koordinatenmeßgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßwertaufnehmer (324) in zumindest einer Koordinatenrichtung zwangsgeführt ist und die Basisplatte (322) als mechanische Führungsfläche für rein translatorische Bewegungen eines Werkstückträgers (364) entlang einer auf der Bewegungsrichtung (Y) des Meßwertaufnehmers (324) senkrechten Koordinatenrichtung (X) ausgebildet ist.
4. Koordinatenmeßgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßwertaufnehmer (424) in zumindest einer Koordinatenrichtung (X) zwangsgeführt ist und die Basisplatte (422) als mechanische Führungsfläche für rein rotatorische Bewegungen (PHI) des Werkstückträgers (470) um eine vertikale Achse ausgebildet ist.
5. Koordinatenmeßgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßwertaufnehmer (524) in zumindest einer Koordinatenrichtung (X) zwangsgeführt ist und die Basisplatte (522) als mechanische Führungsfläche für eine kombinierte translatorische und rotatorische Bewegung des Werkstückträgers (570) um eine vertikale Achse ausgebildet ist.
6. Koordinatenmeßgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Position eines am Meßwertaufnehmer (24; 124; 224; 324; 424; 524) befindlichen Sensors (36; 136; 236; 336; 436; 536) in bezug zur Basisplatte (22; 122; 222; 322; 422; 522) erfassbar ist.
7. Koordinatenmeßgerät nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Position des Meßwertaufnehmers in der X-Y-Koordinatenebene durch mechanische Mittel in diskreten Lagen erfassbar ist.
8. Koordinatenmeßgerät nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die mechanischen Mittel von Rasteinrichtungen gebildet sind.
9. Koordinatenmeßgerät nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Position des Meßwertaufnehmers in der X-Y-Ebene analog erfassbar ist.
10. Koordinatenmeßgerät nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß zur analogen Erfassung der Position Maßstäbe vorgesehen sind.
11. Koordinatenmeßgerät nach einem der Ansprü-

che 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Position eines auf der Basisplatte zwangsgeführten Werkstückträgers koordinatenmäßig in bezug zur Basisplatte erfäßbar ist.

12. Koordinatenmeßgerät nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Winkelstellung (PHI) eines auf der Basisplatte geführt um eine vertikale Achse drehbar gelagerten Werkstückträgers (470; 570) koordinatenmäßig in bezug zur Basisplatte (422; 522) erfäßbar ist. 5

13. Koordinatenmeßgerät nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Position und/oder die Winkelstellung durch mechanische Mittel in diskreten Stellungen erfäßbar ist. 10

14. Koordinatenmeßgerät nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die mechanischen Mittel von Rasteinrichtungen gebildet sind. 15

15. Koordinatenmeßgerät nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Position des Werkstückträgers in der X-Y-Ebene analog erfäßbar ist. 20

16. Koordinatenmeßgerät nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß zur analogen Erfassung der Position und/oder der Winkellage Maßstäbe (369; 475; 584, 586) vorgesehen sind. 25

17. Koordinatenmeßgerät nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Maßstäbe von Linearmaßstäben und/oder Winkelgebern gebildet sind.

18. Koordinatenmeßgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß die 30 Zwangsführung des Meßwertaufnehmers (24; 124; 224; 324; 424; 524) und/oder des Werkstückträgers (364; 470) auf der mechanischen Führungsfäche (26; 126; 226; 326; 426; 526) der Basisplatte (22; 122; 222; 322; 422; 522) unter Zwischenschaltung eines 35 die vertikalen Stützkräfte aufnehmenden Luftlagers (28; 128; 228; 328; 367; 428, 471; 528; 571) erfolgt.

19. Koordinatenmeßgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßwertaufnehmer von einer Säule gebildet ist, deren Achse (Z) auf der Basisplatte (22; 122; 222; 322; 422; 522) senkrecht steht. 40

20. Koordinatenmeßgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Position des Sensors (36; 136; 236; 336; 436; 536) in bezug zum Meßwertaufnehmer (24; 124; 224; 324; 424; 524) erfäßbar ist. 45

21. Koordinatenmeßgerät nach einem der Ansprüche 11 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß der 50 Werkstückträger (364; 470; 570) von einer horizontalen Scheibe gebildet ist.

22. Koordinatenmeßgerät nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Scheibe (364) translatorisch unmittelbar in der Basisplatte (322) geführt ist. 55

23. Koordinatenmeßgerät nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Scheibe (470) von einer Kreisscheibe gebildet ist.

24. Koordinatenmeßgerät nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Kreisscheibe (470) 60 drehbar unmittelbar in der Basisplatte (422) gelagert ist.

25. Koordinatenmeßgerät nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Kreisscheibe (570) 65 drehbar in einem Führungsschlitten (581) gelagert ist und sich unmittelbar flächig auf der Basisplatte (522) abstützt.

26. Koordinatenmeßgerät nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß der Führungsschlitten\* (581) einen die Basisplatte (522) überspannenden, portalartigen Rahmen (581, 582) aufweist.

27. Koordinatenmeßgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwangsführung des Meßwertaufnehmers (224; 424) von einer Kreuzschlittenführung gebildet ist.

28. Koordinatenmeßgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwangsführung des Meßwertaufnehmers von einer Parallelogrammführung gebildet ist.

29. Koordinatenmeßgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwangsführung des Meßwertaufnehmers von einer Königskreuz-Führung gebildet ist.

30. Koordinatenmeßgerät nach einem der Ansprüche 1 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß dem Tastarm (34; 134; 234; 334; 434; 534) ein Gegengewicht zugeordnet ist, mit dem Belastungsveränderungen der Stützfläche des Meßwertaufnehmers (24; 124; 224; 324; 424; 524) bei Bewegung des Tastarms und/oder Sensors kompensiert werden.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 1

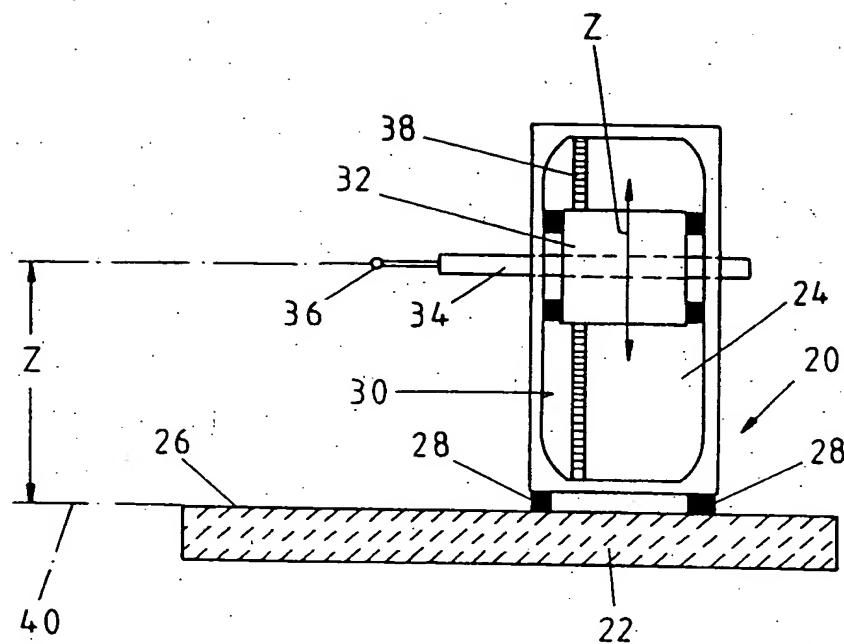


Fig. 2

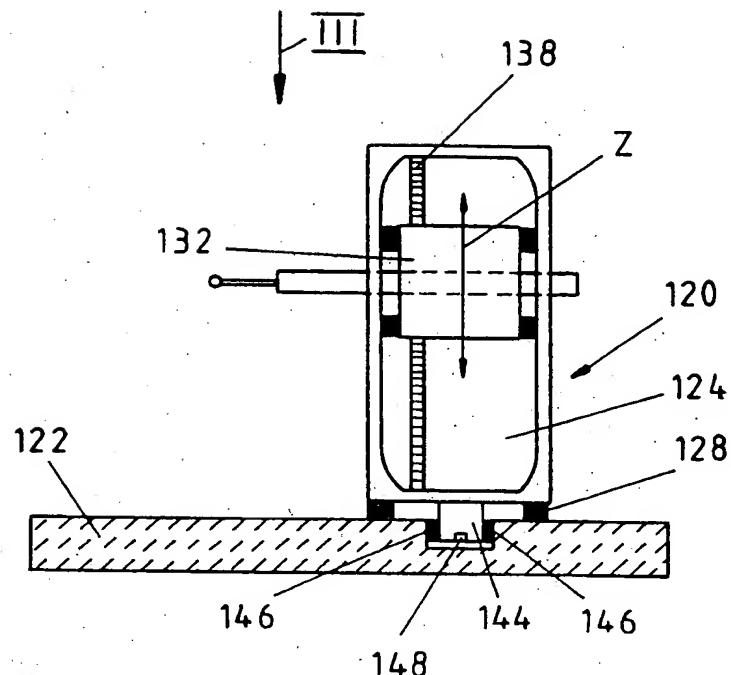


Fig. 3

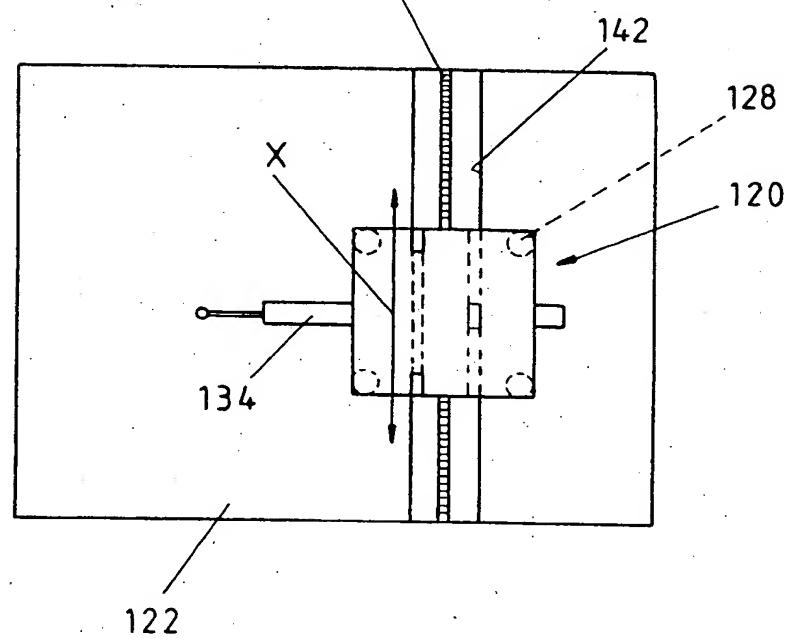


Fig.4

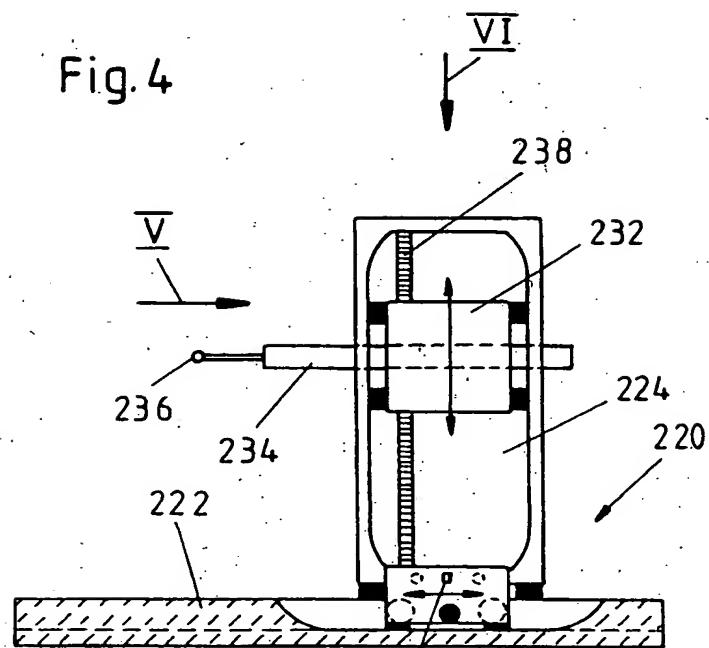


Fig.5

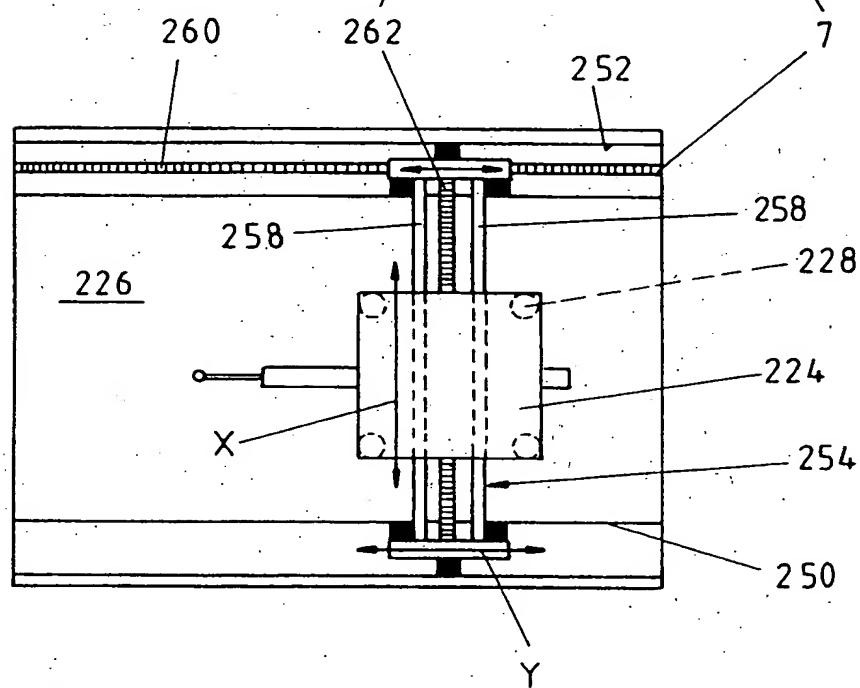
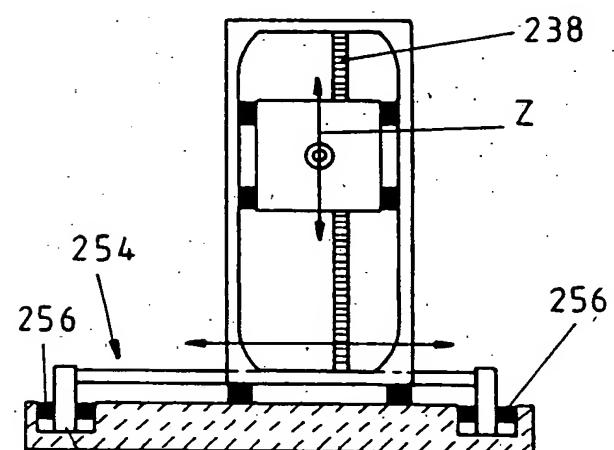


Fig.6

Fig. 7

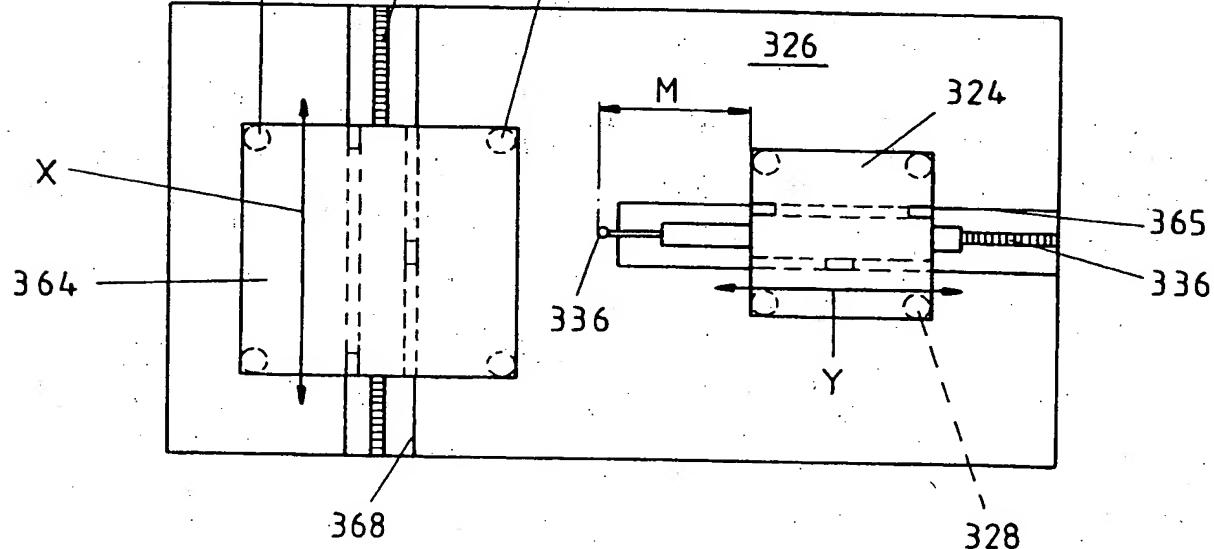
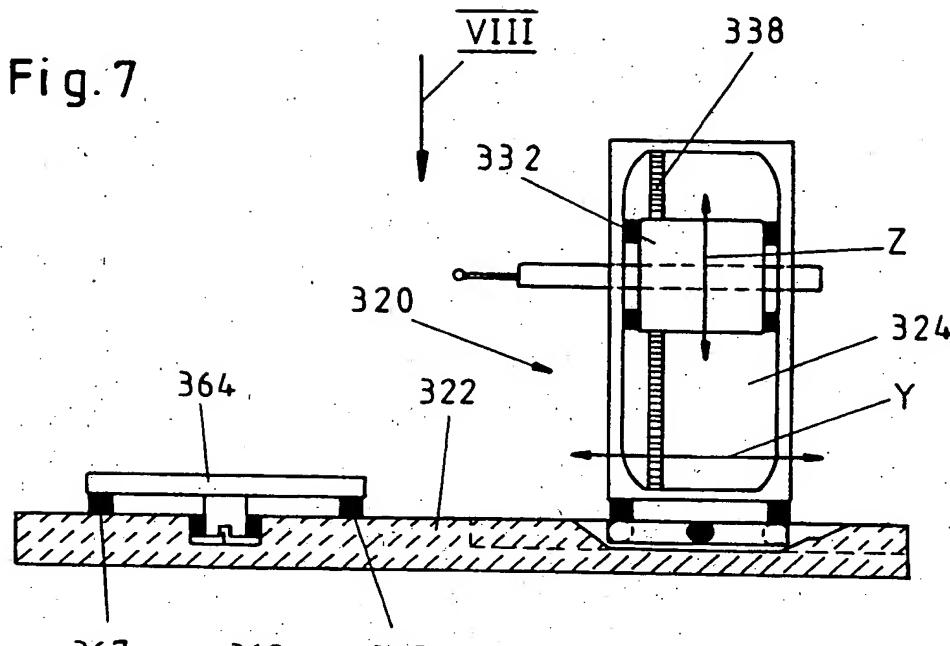


Fig. 8

Fig. 9

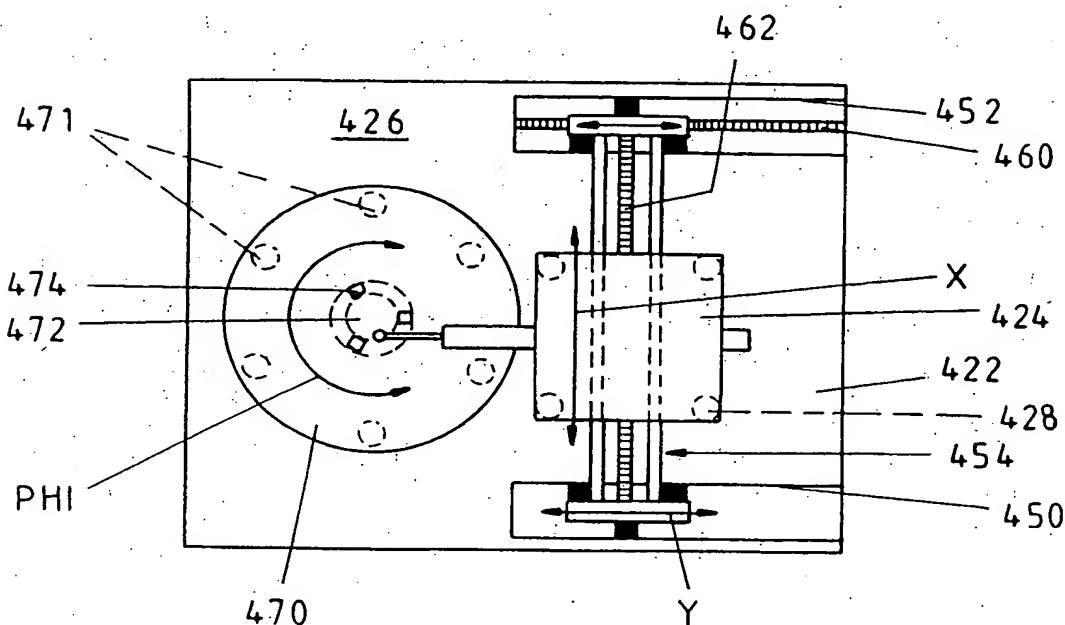
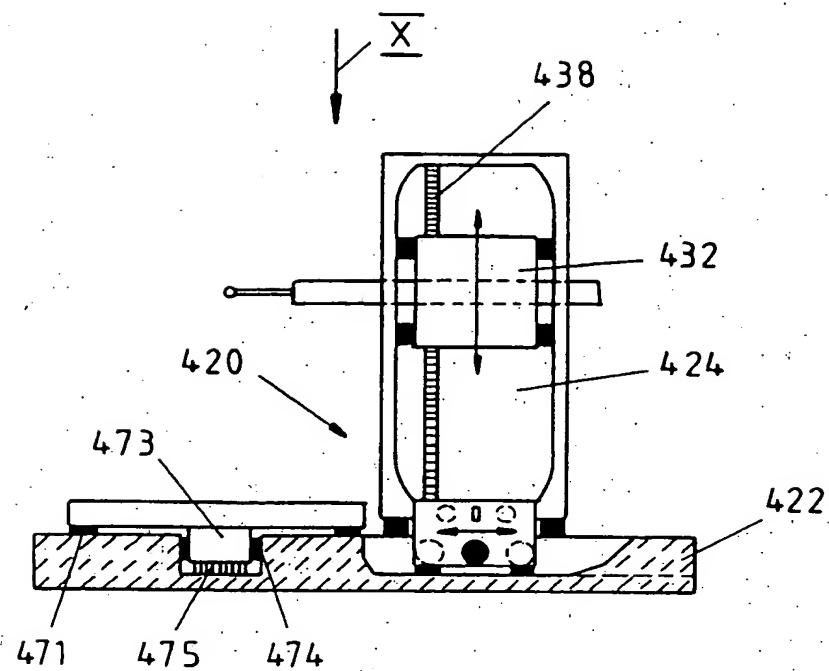


Fig. 10

Fig. 11

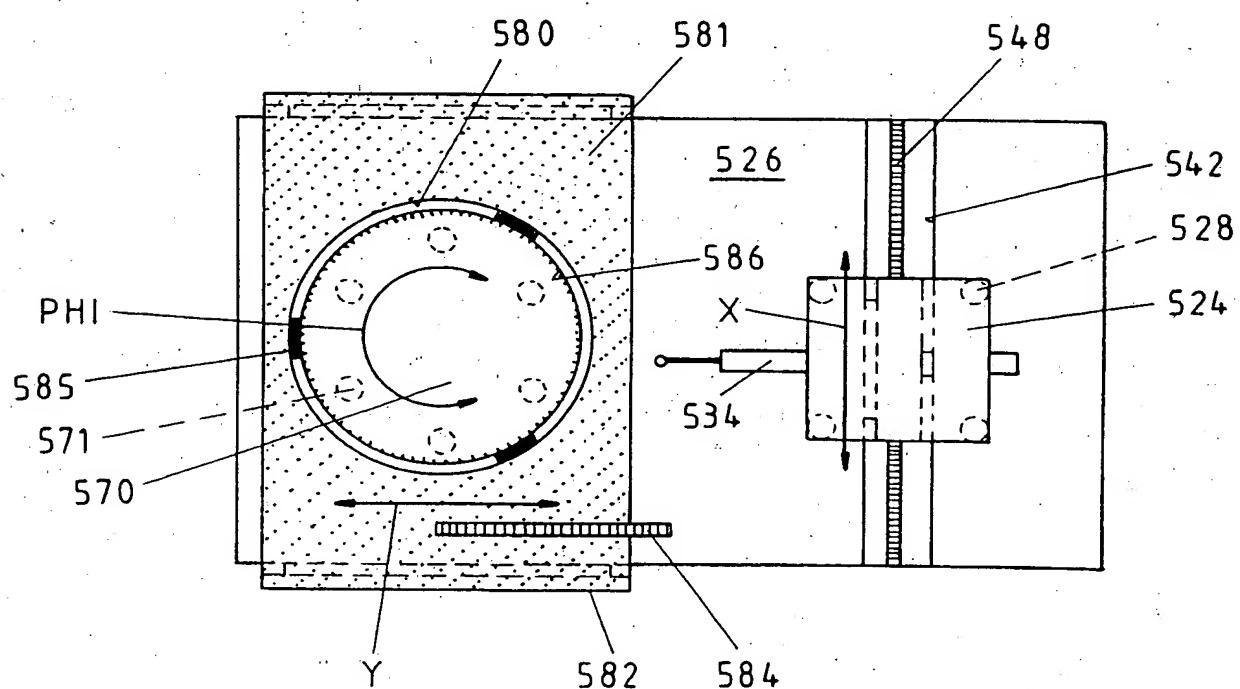
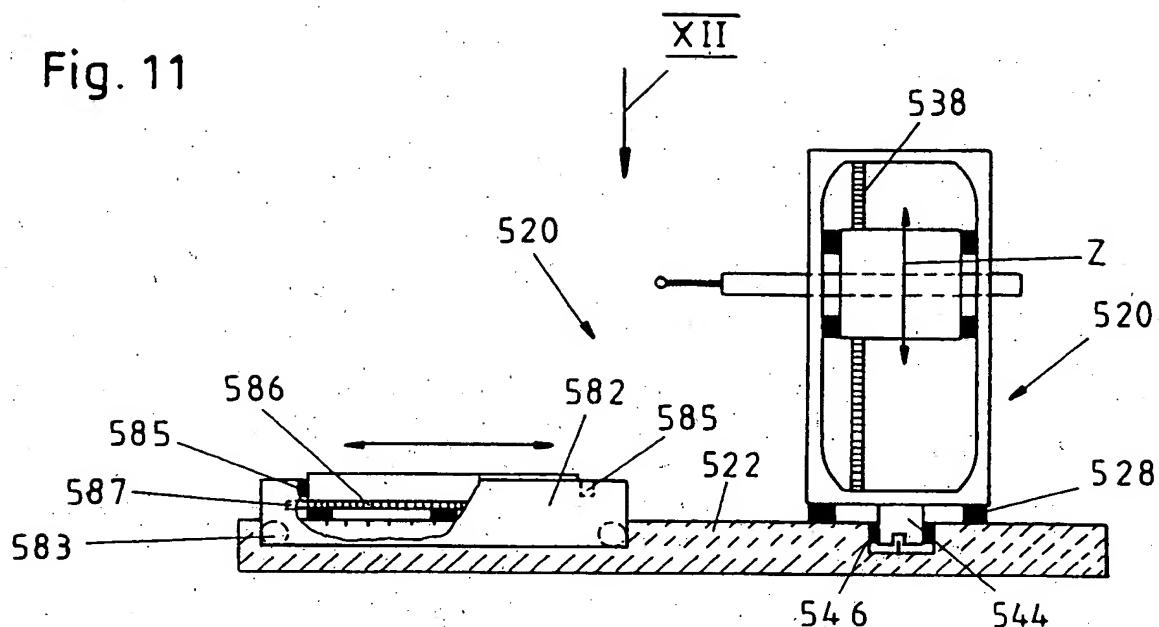


Fig. 12